

PRESSURE DROPPING START TIMING SPECIFYING METHOD OF COMMON RAIL, BESIDES ENGINE'S FUEL INJECTION METHOD AND DEVICE THEREOF

Publication number: JP2000018078

Publication date: 2000-01-18

Inventor: NISHIYAMA YASUHIRO

Applicant: ISUZU MOTORS LTD

Classification:

- international: **F02M65/00; F02D41/14; F02D41/38; F02D41/40; F02D45/00; F02M65/00; F02D41/14; F02D41/38; F02D41/40; F02D45/00;** (IPC1-7): F02D41/40; F02D41/14; F02D45/00; F02M65/00

- European: F02D41/38C6; F02D41/40B

Application number: JP19980184210 19980630

Priority number(s): JP19980184210 19980630

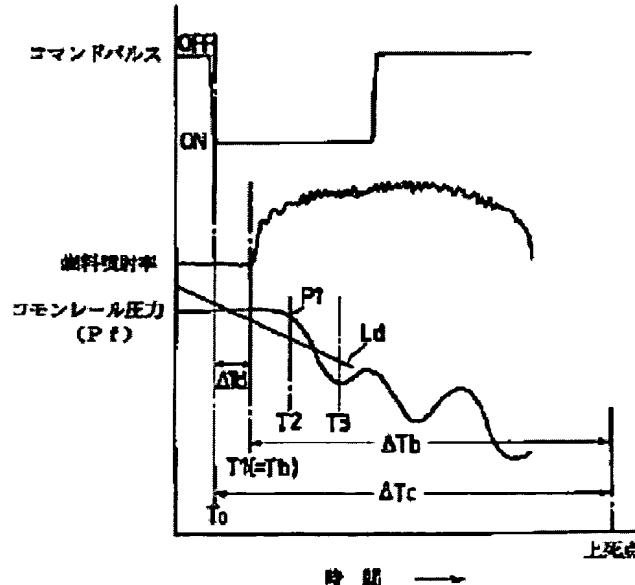
Also published as:

EP0969196 (A2)
US6227168 (B1)
EP0969196 (A3)
EP0969196 (B1)
DE69924187T (T)

[Report a data error](#)

Abstract of JP2000018078

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve engine exhaust gas capacity or the like by determining the output timing of a injection command signal to an injector so as to make fuel injection timing accord with the basic target injection timing even if there are variations in the fuel injection timing of each injector. **SOLUTION:** A filter processing of detected common rail pressure waveform is carried out whereby pressure data are secured and simultaneously, an approximate straight line L_d is calculated with the pressure data of up to a time point T_3 taking the first minimum since a pressure drop has started from the specified time point, and with the largest time point in a difference between the approximate straight line L_d and the pressure data, it is regarded as the pressure dropping start timing T_2 of the common rail pressure. On the basis of this time point T_2 , a time delay ΔT_d of up to the actual fuel injection timing T_1 is calculated from output timing T_0 of an injection command signal to an injector. In this constitution, the output timing T_0 of the injection command signal is determined as a time point gone back as far as the time of the time delay ΔT_d from a basic target injection timing T_d to be sought from a driving state.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-18078

(P2000-18078A)

(43)公開日 平成12年1月18日 (2000.1.18)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
F 02 D 41/40		F 02 D 41/40	Q 3 G 0 8 4
41/14	3 3 0	41/14	3 3 0 B
45/00	3 6 4	45/00	3 6 4 P
F 02 M 65/00	3 0 1	F 02 M 65/00	3 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全10頁)

(21)出願番号 特願平10-184210

(22)出願日 平成10年6月30日(1998.6.30)

(71)出願人 000000170

いすゞ自動車株式会社

東京都品川区南大井6丁目26番1号

(72)発明者 西山 康宏

神奈川県藤沢市土棚8番地 株式会社い
すゞ中央研究所内

(74)代理人 100092347

弁理士 尾仲 一宗 (外1名)

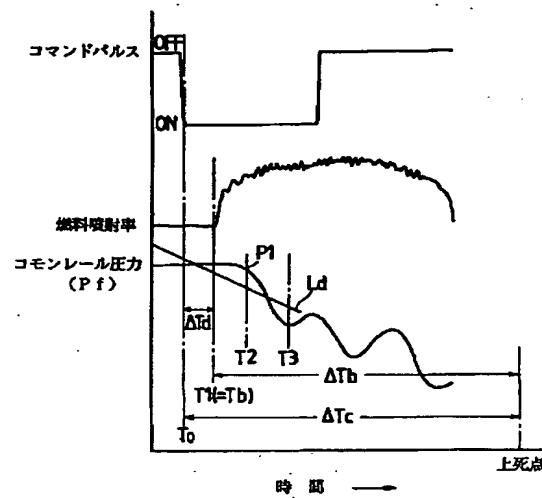
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 コモンレール圧力の圧力低下開始時期特定方法、並びにエンジンの燃料噴射方法及びその装置

(57)【要約】

【課題】 本発明は、各インジェクタの燃料噴射時期にバラツキがあっても、燃料噴射時期が基本目標噴射時期に一致するようにインジェクタへの噴射指令信号の出力時期を決定し、エンジンの排気ガス性能等の向上を図る。

【解決手段】 本発明は、検出したコモンレール圧力の波形のフィルタリング処理を行って圧力データを得るとともに、所定時点から圧力低下が始まって最初の極小値を取る時点T₃までの圧力データを用いて近似直線L_dを算出し、近似直線L_dと圧力データとの差が最も大きい時点をもってコモンレール圧力の圧力低下開始時期T_dとみなす。時期T_dに基づいて、インジェクタへの噴射指令信号の出力時期T_bから実際の燃料噴射時期T_aまでの時間遅れ△T_dを算出する。噴射指令信号の出力時期T_bを、運転状態から求められる基本目標噴射時期T_bから時間遅れ△T_dを逆上った時期として決定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 コモンレール圧力を検出し、検出した前記コモンレール圧力の波形のフィルタリング処理を行って圧力データを得ると共に、時間と前記圧力データとを座標軸とする前記圧力データの変動曲線において圧力低下前の所定時点から圧力低下が始まって最初の極小値となる時点までの前記圧力データを用いて前記変動曲線の近似直線を算出し、前記近似直線と前記圧力データとの差が最も大きい時点をもってコモンレール圧力の圧力低下開始時期と決定することから成るコモンレール圧力の圧力低下開始時期特定方法。

【請求項2】 燃料ポンプによって送り出された燃料をコモンレールに貯留し、前記コモンレールからの前記燃料を噴射指令信号に基づいて駆動されるインジェクタに形成された噴孔から燃焼室に噴射し、エンジン運転状態に基づいて予め決められている基本目標噴射時期から現在の前記エンジン運転状態に対応した前記基本目標噴射時期を決定し、少なくとも燃料噴射開始後の前記コモンレール圧力の圧力低下開始時期を変数とする予め定められた関数によって前記噴射指令信号の出力時期から前記インジェクタの燃料噴射が開始される燃料噴射時期までの噴射遅れ時間を求め、前記基本目標噴射時期と前記噴射遅れ時間とから前記噴射指令信号の前記出力時期を決定するものであって、前記圧力低下開始時期を請求項1に記載の圧力低下開始時期特定方法によって算出した圧力低下開始時期としたことから成るエンジンの燃料噴射方法。

【請求項3】 前記インジェクタは複数個設けられており、前記インジェクタ毎に前記噴射指令信号の前記出力時期から前記燃料噴射時期までの前記噴射遅れ時間が求められ且つ前記噴射指令信号の前記出力時期が決定されることから成る請求項2に記載のエンジンの燃料噴射方法。

【請求項4】 燃料ポンプによって送り出された燃料を貯留するコモンレール、前記コモンレールから供給される前記燃料を燃焼室に噴射する噴孔が形成されたインジェクタ、エンジン運転状態を検出する運転状態検出手段、前記コモンレールの圧力を検出する圧力センサ、及び前記インジェクタへの噴射指令信号を出力すると共に前記運転状態検出手段が検出した前記エンジン運転状態に基づいて予め決められた基本目標噴射時期から現在の前記エンジン運転状態に対応した前記基本目標噴射時期を決定し、且つ少なくとも燃料噴射開始後の前記コモンレール圧力の圧力低下開始時期を変数とする予め定められた関数によって前記噴射指令信号の出力時期から前記インジェクタからの燃料噴射が開始される燃料噴射時期までの噴射遅れ時間を求め、前記基本目標噴射時期と前記噴射遅れ時間とから前記噴射指令信号の前記出力時期を決定するコントローラを具備し、前記コントローラは、検出した前記コモンレール圧力の波形のフィルタリ

ング処理を行って圧力データを得るとともに、時間と前記圧力データとを座標軸とする前記圧力データの変動曲線において圧力低下前の所定時点から圧力低下が始まつて最初の極小値となる時点までの前記圧力データを用いて前記変動曲線の近似直線を算出し、前記近似直線と前記圧力データとの差が最も大きい時点をもってコモンレール圧力の圧力低下開始時期と決定することから成るエンジンの燃料噴射装置。

【請求項5】 前記インジェクタは複数個設けられており、前記コントローラは、前記インジェクタ毎に前記噴射指令信号の前記出力時期から前記燃料噴射時期までの前記噴射遅れ時間を求め且つ前記噴射指令信号の前記出力時期を決定することから成る請求項4に記載のエンジンの燃料噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、コモンレールから燃料の供給を受けてインジェクタから燃料を燃焼室に噴射するエンジンの燃料噴射方法及びその装置、並びにそれらに適用されるコモンレール圧力の圧力低下開始時期特定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、ディーゼルエンジンのようなエンジンの燃料噴射制御に関して、燃料噴射圧力の高圧化を図り、且つ燃料の噴射タイミング及び噴射量等の噴射特性をエンジンの運転状態に応じて最適に制御する方法として、コモンレール式燃料噴射システムが知られている。コモンレール式燃料噴射システムは、燃料ポンプによって所定圧力に加圧された燃料を複数のインジェクタに対して共通するコモンレールに貯留し、コモンレールに貯留した燃料を各インジェクタから対応する燃焼室内に噴射する燃料噴射システムである。コントローラは、加圧された燃料が各インジェクタにおいてエンジンの運転状態に対して最適な噴射条件で噴射されるように、コモンレールの燃料圧と各インジェクタに設けられた制御弁の作動とを制御している。

【0003】従来のコモンレール式燃料噴射システムを図7を参照して説明する。複数のインジェクタ1への燃料供給は、コモンレール2から、燃料流路の一部を構成する分岐管3を通じて供給される。燃料タンク4からフィルタ5を経てフィードポンプ6によって吸い上げられて所定の吸入圧力に加圧された燃料は、燃料管7を通じて燃料ポンプ8に送られる。燃料ポンプ8は、例えば、エンジンによって駆動され、燃料をエンジンの運転状態等に基づいて定められる高圧に昇圧して燃料管9を通じてコモンレール2に供給する、所謂、プランジャー式のサブライ用の燃料供給ポンプである。供給された燃料は所定圧力に昇圧した状態でコモンレール2に貯留され、コモンレール2から各インジェクタ1に供給される。インジェクタ1は、エンジンの型式（気筒数）に応じて複数

個設けられており、電子制御ユニットであるコントローラ12からの制御によって、コモンレール2から供給された燃料を、適当な噴射時期及び噴射量で対応する燃焼室に噴射する。インジェクタ1から噴射される燃料の噴射圧はコモンレール2に貯留されている燃料の圧力、即ち、コモンレール圧力に略等しいので、噴射圧を制御するにはコモンレール圧力が制御される。

【0004】燃料ポンプ8からリリーフされた燃料は、戻し管10を通じて燃料タンク4に戻される。また、分歧管3からインジェクタ1に供給された燃料のうち、燃焼室への噴射に費やされなかった燃料は、戻し管11を通じて燃料タンク4に戻される。コントローラ12には、エンジン回転数N_eを検出するためのエンジン気筒判別センサ及びクランク角度センサ、アクセル操作量A_{cc}を検出するためのアクセル開度センサ、冷却水温度を検出するための水温センサ、並びに吸気管内圧力を検出するための吸気管内圧力センサ等のエンジンの運転状態を検出するための各種センサからの信号が入力される。コントローラ12は、これらの信号に基づいて、エンジン出力が運転状態に即した最適出力になるように、インジェクタ1による燃料の噴射特性、即ち、燃料の噴射時期及び噴射量を制御する。また、コモンレール2には圧力センサ13が設けられており、圧力センサ13によって検出されたコモンレール圧力の検出信号がコントローラ12に送られる。インジェクタ1から燃料が噴射されることでコモンレール2内の燃料が消費されてコモンレール圧力が圧力降下すると、コントローラ12は、コモンレール圧力が一定となるように燃料ポンプ8の吐出量を制御する。

【0005】従来、特公昭60-60020号公報に記載されているように、コモンレール式燃料噴射システムでは、エンジンの運転状態に応じて燃料の噴射圧力を目標値に制御するとともに、この運転状態に応じた噴射特性、即ち、燃料噴射量（燃料の噴射圧力と噴射期間とで定まる）と燃料噴射時期とを算出し、その算出結果に基づいて各インジェクタの作動を制御することによって、エンジンの運転状態に対応した燃料噴射特性を実現している。噴射圧力を定めるコモンレール圧力は、燃料ポンプによって昇圧され且つ圧力調整弁で所定噴射圧に調整される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】コモンレール式燃料噴射システムは、コントローラがインジェクタに備わるソレノイド弁に噴射指令信号としてのコマンドバルスを供給し、コマンドバルスに応答したソレノイドの励磁に基づいて針弁がリフトし、インジェクタのノズル先端に設けられた噴孔が開かれて燃料が噴射される。しかしながら、通常は、コントローラがソレノイド弁へのコマンドバルスを出力する時点から、実際にインジェクタの噴孔から燃料噴射が開始される時点までの間には遅れ時間が

存在する。この遅れ時間は、駆動回路に存在する応答遅れ、即ち、コントローラからソレノイドに向かってコマンドバルスが発せられてからソレノイドが実際に励磁されるまでの遅れと、ソレノイドが励磁されてから針弁がリフトしそして燃料が噴孔から噴射されるまでのインジェクタの機械的な遅れとに起因するものである。また、コントローラから送られるコマンドバルスがONする時点が一定でも、インジェクタの個体差、経時変化等により、各インジェクタの燃料噴射開始時期にバラツキが生じることがある。

【0007】従来のエンジンの燃料噴射装置では、このような遅れ時間を一定とみなして対応しており、遅れ時間のバラツキを考慮していない。従って、遅れ時間の経年変化や個々のインジェクタ毎のバラツキによって、燃料の最適な燃焼が行われず、排気ガス性能の悪化を招いたり、各気筒における燃料の燃焼の時期の相違によってエンジンが振動するという問題がある。

【0008】また、ディーゼルエンジンの燃料噴射時期を正確に把握しようとする燃料噴射時期の検出方法及び装置として、特開平8-210174号公報に開示されたものがある。この公報に開示された燃料噴射時期の検出方法及び装置は、ディーゼルエンジンの燃料噴射ポンプと燃料噴射ノズルとを接続する燃料配管の圧力を検出し、この検出圧力が一定の高圧値に達した後、最初に発生した所定値以上の圧力降下を検知し、この圧力降下開始時を燃料噴射開始時期と判定している。

【0009】しかしながら、上記公報に開示された燃料噴射時期の検出方法及び装置は、各インジェクタへ燃料を分配する分配型又は列型のポンプを用いた燃料噴射システムを対象としており、コモンレール式燃料噴射システムを対象としているのではなく、本来のシステムの型式が異なっている。

【0010】また、コモンレール式燃料噴射システムにおける燃料噴射時期制御方法及び装置として、特開平10-47137号公報に開示されたものがある。この公報に開示されたものは、コモンレールに圧力センサを設け、インジェクタからの燃料噴射後におけるコモンレール圧力が減少する時期を検出し、この時期に対して噴射ノズルからコモンレールへの圧力波の伝播時間を遡行させることにより実際の燃料噴射の開始時期を算出し、この実際の燃料噴射の開始時期と噴射開始時期の目標値との差を記憶しておく、この記憶値によって次回の噴射時の目標噴射時期を補正するようにしたものである。即ち、この公報に開示されたものは、コモンレール圧力の圧力降下開始時期を検出し、補正制御するというものである。

【0011】しかしながら、燃料噴射に基づくコモンレール圧力は実際には脈動を伴うので、コモンレール圧力の圧力降下開始時期を正確に検出することは現実には非常に困難なことである。この点に関し、上記特開平10

-47137号公報には、圧力降下開始時期をどのように方法で検出するのかが具体的に何も記載されておらず、示唆もされていない。

【0012】本願出願人は、コモンレール式燃料噴射システムにおいて、各インジェクタの燃料噴射開始時期を正確に制御できるようにするために、圧力降下開始時期の正確な特定が重要であるとの認識から、既に先の出願（特願平9-277974号）においても、コモンレール圧力の圧力降下開始時期を正確に特定するための一つの方法を提案し、ある程度満足のいく結果を得ているが、まだ改良の余地が残されている。従って、コモンレール式燃料噴射システムにおいては、各インジェクタの燃料噴射開始時期を正確に制御するために、コモンレール圧力の圧力降下開始時期を如何にして正確に特定するかが重要な課題となっている。

【0013】

【課題を解決するための手段】この発明の目的は、上記課題を解決することであり、コモンレール式燃料噴射システムにおいて、各インジェクタからの燃料噴射時期にバラツキがあっても、インジェクタが燃料を噴射すると燃料噴射量に応じてコモンレール圧力が圧力降下することに着目して、コモンレール圧力を検出し、コモンレール圧力が圧力降下し始める時期から実際にインジェクタが燃料を噴射した開始時期を正確に求めることができるエンジンの燃料噴射方法及びその装置、並びにそれらに適用されるコモンレール圧力の圧力降下開始時期特定方法を提供することである。

【0014】この発明は、コモンレール圧力を検出し、検出した前記コモンレール圧力の波形のフィルタリング処理を行って圧力データを得ると共に、時間と前記圧力データとを座標軸とする前記圧力データの変動曲線において圧力降下前の所定時点から圧力降下が始まつて最初の極小値をとる時点までの前記圧力データを用いて前記変動曲線の近似直線を算出し、前記近似直線と前記圧力データとの差が最も大きい時点をもってコモンレール圧力の圧力降下開始時期と決定することから成るコモンレール圧力の圧力降下開始時期特定方法に関する。

【0015】前記コモンレール圧力の圧力降下開始時期特定方法において、圧力降下前の所定時点は燃料の噴射指令信号を出力した時点であることが好ましい。なお、コモンレール圧力の検出は噴射指令信号を出力した時点から行ってよいし、あるいはコマンドバルス発信前のコモンレール圧力安定状態から行うようにしてもよい。また、前記近似直線は圧力データを基に最小自乗法を用いて算出することが好ましい。この圧力降下開始時期特定方法によれば、圧力降下開始時期を正確に特定することができる。

【0016】また、この発明は、燃料ポンプによって送り出された燃料をコモンレールに貯留し、前記コモンレールからの前記燃料を噴射指令信号に基づいて駆動され

るインジェクタに形成された噴孔から燃焼室に噴射し、エンジン運転状態に基づいて予め決められている基本目標噴射時期から現在の前記エンジン運転状態に対応した前記基本目標噴射時期を決定し、少なくとも燃料噴射開始後の前記コモンレール圧力の圧力降下開始時期を変数とする予め定められた関数によって前記噴射指令信号の出力時期から前記インジェクタの燃料噴射が開始される燃料噴射時期までの噴射遅れ時間を求め、前記基本目標噴射時期と前記噴射遅れ時間とから前記噴射指令信号の前記出力時期を決定するものであって、前記圧力降下開始時期を請求項1に記載の圧力降下開始時期特定方法によって算出した圧力降下開始時期としたことから成るエンジンの燃料噴射方法に関する。

【0017】更に、この発明は、燃料ポンプによって送り出された燃料を貯留するコモンレール、前記コモンレールから供給される前記燃料を燃焼室に噴射する噴孔が形成されたインジェクタ、エンジン運転状態を検出する運転状態検出手段、前記コモンレールの圧力を検出する圧力センサ、及び前記インジェクタへの噴射指令信号を

20 出力すると共に前記運転状態検出手段が検出した前記エンジン運転状態に基づいて予め定められた基本目標噴射時期から現在の前記エンジン運転状態に対応した前記基本目標噴射時期を決定し、且つ少なくとも燃料噴射開始後の前記コモンレール圧力の圧力降下開始時期を変数とする予め定められた関数によって前記噴射指令信号の出力時期から前記インジェクタからの燃料噴射が開始される燃料噴射時期までの噴射遅れ時間を求め、前記基本目標噴射時期と前記噴射遅れ時間とから前記噴射指令信号の前記出力時期を決定するコントローラを具備し、前記

30 コントローラは、検出した前記コモンレール圧力の波形のフィルタリング処理を行って圧力データを得るとともに、時間と前記圧力データとを座標軸とする前記圧力データの変動曲線において圧力降下前の所定時点から圧力降下が始まつて最初の極小値をとる時点までの前記圧力データを用いて前記変動曲線の近似直線を算出し、前記近似直線と前記圧力データとの差が最も大きい時点をもってコモンレール圧力の圧力降下開始時期と決定することから成るエンジンの燃料噴射装置に関する。

【0018】このエンジンの燃料噴射方法及びその装置40において、燃料噴射に基づくコモンレール圧力の圧力降下開始時期は、時間とコモンレール圧力をローパスフィルタでフィルタリング処理して得た圧力データ（コモンレール圧力）とを座標軸とするグラフにおいて、圧力データが最初の極小値をとるまでの圧力降下中の変動曲線を最小自乗法で近似した近似直線を算出し、近似直線と圧力データとの差が最大値となる時点の時間座標として求められる。即ち、近似直線と圧力データとの差が最大値となる時点の時間座標をコモンレール圧力の圧力降下開始時期とみなすこととする。また、そのようにみなしたコモンレール圧力の圧力降下開始時期を用いても、実

験によって噴射指令時期からの燃料噴射時期までの噴射遅れ時間を求める上で、実用上差し支えがない。

【0019】更に、このエンジンの燃料噴射方法及びその装置において、噴射指令信号の出力時期から燃料噴射時期までの噴射遅れ時間は、複数個用意されたインジェクタ毎に算出される。気筒毎における差異、即ち、コモンレール圧力を検出する圧力センサとインジェクタの噴孔との距離の違いは、圧力変化の伝播時間に影響する。なお、気筒毎における差異には、使用するインジェクタや分歧管等の個体バラツキも含まれる。

【0020】この発明は、上記のように、燃料噴射開始後のコモンレール圧力の圧力降下開始時期に基づいて、噴射指令信号の出力時期から燃料噴射時期までの噴射遅れ時間を予め定められた関数によって求め、基本目標噴射時期と噴射遅れ時間とから以後の噴射指令信号の出力時期を決定している。即ち、圧力センサによって検出されたコモンレール圧力の圧力データから、コモンレール圧力が圧力降下し始める時期を算出し、算出されたコモンレール圧力の圧力降下開始時期から、噴射指令信号が出力されてから実際に燃料が噴射され始めるまでの時間（噴射遅れ時間）が予め定められた関数によって求められる。アクセル操作量及びエンジン回転数等のエンジンの運転状態から最適な噴射時期として求められた基本目標噴射時期と上記のようにして求められた噴射遅れ時間とから、インジェクタに与える噴射指令信号の出力時期が決定される。従って、インジェクタの噴射指令信号に対する応答性能に経年変化等の変化があったり、複数個のインジェクタが設けられる場合に各インジェクタ毎に燃料噴射時期のバラツキが存在していても、実際の燃料噴射は、排気ガス性能や出力性能が適切となるように予め決められた基本目標噴射時期に開始され、燃料噴射が最適な噴射時期として求められた基本目標噴射時期に行われる所以、排気ガス性能や出力性能が向上する。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、この発明の実施例を説明する。図1はコマンドバルス（噴射指令信号）、燃料噴射率、及びコモンレール圧力の時間の経過に伴う変化を説明するグラフ、図2はこの発明に基づく燃料噴射のメイン処理を示すフローチャート、図3は図2に示すフローチャートの実行において気筒判別信号による割込み処理を示すフローチャート、図4は図3に示すフローチャートの実行において噴射遅れ時間を算出するDSPのメイン処理を示すフローチャート、図5は図3に示すフローチャートの実行において噴射遅れ時間を算出するためのコモンレール圧力データをバッファリングする100KHz割込み処理を示すフローチャート、及び図6は図5に示すフローチャートの実行によってバッファリングされたコモンレール圧力のデータから噴射遅れ時間を算出するためのフローチャートである。

【0022】この発明によるエンジンの燃料噴射方法及びその装置は、燃料噴射システムとして、図7に示したコモンレール式燃料噴射システムが用いることができる。従って、システムとして採用される構成要素には、図7に示した符号と同じ符号を用い、重複する説明は省略する。

【0023】図1に示されたグラフに基づいて、コマンドバルス、燃料噴射率及びコモンレール圧力の時間の経過に伴う変化を説明する。各気筒nにおいて、上死点前の時刻T_a（噴射指令信号の出力時期）でコマンドバルスがONとされると、時間遅れ△T_d後の燃料噴射時刻T_bにインジェクタ1から燃料が噴射される。コモンレール2の実圧力P_f（コモンレール圧力）は、燃料の噴射が開始されても、直ちに圧力降下を示さず、やや遅れて圧力降下し始める。圧力センサ13がコモンレール2の実圧力P_fの圧力降下を検知すると燃料ポンプ8を制御してコモンレール2の圧力を回復するように燃料を供給する。エンジンの運転状態から、上死点前に逆上のべき目標噴射時期指令値△T_bが求められて、基本目標噴射時期T_bが設定され、コモンレール2の圧力降下開始時期から時間遅れ△T_dが求められて、噴射指令信号（コマンドバルス）の出力時期T_aが決定される。

【0024】目標噴射時期指令値△T_bは、実際に燃料の噴射を開始したい基本目標噴射時期T_bを定めるための指令値であり、上死点より逆上のべき時間として求められものであり、エンジンの運転状態に応じて予めマップ化されている。燃料噴射時期制御が適正に行われている状態では、燃料噴射時刻T_bは、基本目標噴射時期T_bと一致している。噴射時期指令値△T_cは、インジェクタ1への噴射指令信号の出力時期T_aを定めるための指令値であり、上死点より逆上のべき時間として求められるものである。更に、噴射遅れ時間△T_dは、噴射指令信号が出力されてから実際に燃料の噴射が開始されるまでの遅れであって、インジェクタ毎に異なる値を示す（特に、インジェクタによって値が異なることを強調するときには、気筒番号nに依存することを表すために、△T_d（n）と表す）。

【0025】図2に示されたフローチャートに基づいて、燃料噴射のメイン処理を説明する。なお、メイン処理も、エンジンの燃料噴射を司るコントローラにおいては、必要な時間間隔で割込み処理されるものである。エンジンの出力軸に設けられた回転数検出器がエンジン回転に伴って発生するパルスによりエンジン回転数N_eを算出する（ステップ1、以下、ステップをSで示す）。アクセル操作量センサによって検出された信号により、アクセル操作量A_cを算出する（S2）。前記S1で検出されたエンジン回転数N_eと、前記S2で検出されたアクセル操作量A_cから、予め排気ガス、エンジン出力及び搭乗者のフィーリングが適切になるようにチューニングされたマップに基づいて、基本燃料噴射量を算

出する(S3)。前記S1で検出されたエンジン回転数N_eと、前記S2で検出されたアクセル操作量A_{cc}から、上死点前に逆上のべき指令値としての目標噴射時期指令値ΔT_bが求められ、基本目標噴射時期T_bを算出する(S4)。また、前記S2で検出されたアクセル操作量A_{cc}に代えて、前記S3で算出された基本燃料噴射量を用いてもよい。コモンレール圧力センサ13によって検出された信号により、コモンレール2の実圧力、即ち、コモンレール圧力P_fを算出する(S5)。前記S1で検出されたエンジン回転数N_eと、前記S3で算出された基本燃料噴射量とを用いて、そのときのエンジン回転数N_eに対して、算出された基本燃料噴射量を得るために必要なコモンレール2の目標圧力、即ち、目標コモンレール圧力P_fを算出する(S6)。前記S5で検出するコモンレール圧力P_fがS6で算出した目標コモンレール圧力P_fに一致するように、コントローラ12が可変容量式燃料ポンプ8を制御する(S7)。以上の各処理は、エンジンの運転中において繰り返し続行される。

【0026】次に、図3に示すフローチャートに基づいて、気筒判別信号による割込み処理について説明する。気筒番号はnで表される。前記S4で算出された上死点前に逆上のべき目標噴射時期指令値ΔT_bと、後述するフローチャートで求められる、気筒nについての噴射遅れ時間ΔT_d(n)とから、次式によって噴射時期指令値ΔT_cを算出する(S10)。

$$\Delta T_c = \Delta T_b + \Delta T_d(n)$$

ここで、ΔT_d(n)は気筒ごとに異なる値を取り得る正の値である。エンジン回転数N_eと、アクセル操作量A_{cc}から算出されて上死点前に逆上の時間として設定された目標噴射時期指令値ΔT_bと後述する手法で求められたΔT_d(n)とを加算することで、上死点時刻から噴射時期指令値ΔT_cだけ逆上の時期として、コントローラ12が outputする噴射指令信号の出力時期T_cを決定する。次に、燃料噴射時期が修正されることによって噴射すべき燃料の量の修正が必要となるため、燃料噴射量を補正する(S11)。前記S11で補正された燃料噴射量を噴射指令信号であるコマンドバルスのバルス幅に変換する(S12)。即ち、補正された燃料噴射量を噴射すべく、インジェクタ1のソレノイドに印加してソレノイド弁が開弁している期間を定めるコマンドバルスの幅を決定する。実際に燃料の噴射を実行し、コマンドバルスのタイミング及び幅を出力レジスタに書き込む(S13)。以上のように、それぞれの気筒nについて爆発行程の上死点前所定の時間において気筒判別信号が検出されると、上記の割込み処理が実行され、噴射が終了すると割込み処理に移行する図2のメイン処理に戻る。

【0027】次に、図4に示すフローチャートに基づいて、前記S10で言及した噴射遅れ時間ΔT_d(n)を

算出するDSP(Digital Signal Processor)のメイン処理について説明する。DSPは、噴射遅れ時間を算出するためのバッファリングするデータ量が大量であり且つ短い処理時間に演算をする必要があることからCPUと並列処理を行うために採用されているが、十分高速なCPUを用いるのであれば、必ずしもDSPによる並列処理をする必要はない。取り扱う各変数の初期化を行う(S20)。次いで、DSPの初期化を行い、DSPの割込み処理の設定を行う(S21)。噴射遅れ時間ΔT_d(n)を算出するのに必要なデータがバッファリングされているか否かを判断する(S22)。この判断は、データバッファリング終了フラグFlag2の状態に基づいて行われる。Flag2は、後述する100KHz割込み処理の中でセットされる。データバッファリングが終了しているのであればS23へ進み、データバッファリングが終了していないのであれば、終了するまで待機することになる。噴射遅れ時間ΔT_d(n)を算出する(S23)。具体的な算出の仕方については、後で図5及び図6に示すフローチャートに基づいて説明する。データバッファリング終了フラグ(Flag2)をクリアし(S24)，次の噴射遅れ時間ΔT_d(n)を算出するための必要なデータの蓄積を待つ。

【0028】次に、図5に示すフローチャートに基づいて、100KHz割込み処理について説明する。噴射遅れ時間ΔT_d(n)を算出するため、100KHz周期で、コモンレール圧力P_fの値のバッファリングを行う。バッファリングは、インジェクタ1のコマンドバルスのON(立ち上がり)を検出した時に開始される。バッファリングの終了は、コモンレール圧力P_fの減少と振動が確認されるまでの時間分を取得できるように、予め定めておく。即ち、噴射遅れ時間とコモンレール圧力の減少のバランスを考慮して実験によって予め決めておく。データバッファリング中であることを示すフラグ(Flag1)がセットされているか否かを判定する(S30)。データバッファリング中であればS34に移行するが、データバッファリング中でなければS31に進む。データバッファリング中でなければ、インジェクタ1のソレノイドを駆動するコマンドバルスのエッジを検出する(S31)。コマンドバルスのエッジが検出されればS32へ進み、コマンドバルスのエッジが検出されなければ100KHz割込み処理を終了する。コマンドバルスのエッジが検出、即ち、噴射指令信号が出力されたことが検出されたので、フラグ(Flag1)がセットされる(S32)。そのときのインジェクタ1へのコマンドバルスが何番目の気筒に設けられたインジェクタに対するものであるのかを取得する(S33)。気筒番号nは、図3における気筒判別信号割込み処理においてメモリに記憶されている。既に、データバッファリング中であってフラグ(Flag1)がセットされ

ている、或いはコマンドバルスのエッジを検出した時から、コモンレール圧力 P_f が、データ [Data (i)] としてバッファリングされる (S 34)。コモンレール圧力 P_f のデータ数 i が、必要数 T_s だけ取得できたか否かを判定する (S 35)。データ数 i が、必要数 T_s に到達していなければ、再度 S 30 に戻ってデータの取得を続行する。データ数 i が、必要数 T_s に到達していれば、S 36 以下に進み、データのバッファリング処理を終了する。必要数 T_s は、噴射遅れ時間 ΔT_d のバラツキの範囲が一定幅であることから、噴射遅れ時間 ΔT_d の最大値の数倍程度をカバーする数としておく。データのバッファリング処理は、フラッグ (Flag 1 a g 1) をクリアし (S 36)，データ数を表すバッファリングカウンタ i をクリアし (S 37)，データバッファリング終了フラッグ (Flag 1 a g 2) をセットする (S 38)。

【0029】更に、図 6 に示すフローチャートに基づいて、バッファリングされたコモンレール圧力 P_f のデータを基に行う噴射遅れ時間 ΔT_d の算出方法について説明する。圧力センサ 13 で検出したコモンレール圧力 P_f のデータは、ノイズを含んでいるので、ローパスフィルタ等でフィルタリング処理を行う (S 40)。コモンレール圧力 P_f についての圧力変動を求めるため、時間微分を行う (S 41)。取得したコモンレール圧力 P_f のデータは、時間の経過に従った離散値データであるので、隣合ったデータ値の差分によって微分を計算することができる。一群のデータは、コマンドバルスの立ち下がりを検出してから取得が開始される。コモンレール圧力 P_f が圧力降下し始めてから最初に極小値をとる時点 T_1 を求める (S 42)。時期 T_1 は、S 41 で求めた時間微分が負から正に最初に変わる時期として求めることができる。コマンドバルスの立ち下がり時期 T_1 から時期 T_1 までのコモンレール圧力 P_f のデータ (圧力データ) から一次回帰計算により近似直線 L_d (図 1 において一点鎖線で示す) を算出する (S 43)。即ち、コマンドバルスの立ち下がり時期 T_1 から時期 T_1 までのコモンレール圧力 P_f のデータを用いて最小自乗法によりコモンレール圧力 P_f の降下曲線の近似直線 L_d を算出する。フィルタリング後のコモンレール圧力 P_f と近似直線 L_d との差が最大となる時点 P_1 を算出し、その時点を圧力降下開始時期 T_d とする (S 44)。時期 T_d は、コモンレール圧力の圧力降下開始時期とみなされる。次式により、噴射遅れ時間 $\Delta T_d(n)$ を算出する (S 45)。

$$\Delta T_d(n) = f(T_d, P_f, n)$$

$\Delta T_d(n)$ は、近似直線 L_d とコモンレール圧力 P_f との差が最大である点 P_1 における時期 T_d 、コモンレール圧力 P_f 及び気筒番号 n を変数として予め求められている関数 f に、上記各ステップで実際に求められた値を当てはめることによって算出される。時期 T_d が遅い

ほど実際の燃料噴射の開始も遅くなる傾向にあり、また、気筒番号 n の違い、即ち、コモンレールに設けられる圧力センサから遠い気筒ほど噴射遅れ時間 ΔT_d (n) は大きな値となる。更に、時期 T_d 及び気筒番号 n 以外にも、圧力降下開始前のコモンレール圧力 P_f の大きさが異なると、圧力伝播速度の違いによって噴射遅れ時間 $\Delta T_d(n)$ に影響が及ぶことも考えられる。なお、コモンレール圧力 P_f の大きさの違いによる影響が小さいようであれば、次式

$$10 \quad \Delta T_d(n) = f(T_d, n)$$

によって、噴射遅れ時間 $\Delta T_d(n)$ を算出してもよい。

【0030】以上のように、実施例では、時間の経過に従って、コマンドバルス、燃料噴射率、及びコモンレール圧力を示したが、実質的に時間を示すものであれば、他のもの、例えば、クランク角であってもよい。

【0031】

【発明の効果】この発明によるコモンレール式燃料噴射システムにおいて、燃料の噴射指令信号の出力時期から

20 実際の燃料噴射時期までの噴射遅れ時間を一定とみなして噴射遅れ時間のバラツキを考慮していない従来の燃料噴射装置では、噴射指令信号の出力時期が当初は最適に設定されていたとしても、噴射遅れ時間の経年変化によって燃料噴射開始時期が最適でなくなることもあるし、また複数個のインジェクタが備わっている場合には個々のインジェクタからの燃料噴射開始時期にバラツキが通常存在する。そのため、エンジン毎は勿論のこと、同じエンジンでも各気筒において順次行われる燃焼時期のバラツキによって、排気ガス性能の悪化やエンジンの振動30 が生じていたが、この発明によるエンジンの燃料噴射方法及びその装置においては、各インジェクタにおいて、常に実際の燃料噴射を最適な基本目標噴射時期に行うことができ、エンジンの排気ガス性能の悪化やエンジンの振動を防止することができる。

【0032】また、この発明によるエンジンの燃料噴射方法及びその装置では、燃料噴射開始時期の決定のために、新規な圧力センサを必要とせず、既存のコモンレールシステムに用いられているコモンレール圧力検出用の圧力センサを利用し、その検出情報を処理することで、

40 燃料噴射開始時期を決定している。従って、分配型又は列型のポンプを用いた燃料噴射システムの場合のように、圧力センサを、燃料噴射ポンプと各インジェクタとを接続する配管毎に新規部品として必要としていないので、部品点数を増加させることなく、部品点数によるコストの増加もない。更に、コモンレール式燃料噴射システムでは、コモンレールの圧力を検出しているので、燃料噴射ポンプと燃料噴射ノズルとを接続する燃料配管の圧力を所定圧力 (閾値) と比較することで燃料噴射の開始時期を検出する情報を得るのに比べて、エンジンの運転状態に応じてコモンレールの燃料圧力が大幅に

変化しても、逐次対応することができる。

【0033】また、この発明によるエンジンの燃料噴射方法及びその装置は、コモンレール圧力の圧力降下開始時期特定方法として、フィルタリング処理後のコモンレール圧力の変動曲線における最初の極小値をとる時点までの圧力データから前記変動曲線の近似直線を算出し、該近似直線と圧力データとの差が最も大きい時点をもってコモンレール圧力の圧力降下開始時期とする方法を採用することにより、先に出願したものに比べて、DSPの負担を軽減することができるとともに、燃料噴射量の影響を低減することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】コモンレール式燃料噴射システムにおけるコマンドバルス、燃料噴射率、及びコモンレール圧力の時間の経過に伴う変化を説明するグラフである。

【図2】この発明に基づく燃料噴射のメイン処理を示すフローチャートである。

【図3】図2に示すフローチャートの実行において気筒判別信号による割込み処理を示すフローチャートである。

【図4】図3に示すフローチャートの実行において噴射遅れ時間を算出するためのDSPのメイン処理を示すフローチャートである。

【図5】図3に示すフローチャートの実行において噴射遅れ時間を算出するためのコモンレール圧力のデータを*

*バッファリングする100KHz割込み処理を示すフローチャートである。

【図6】図5に示すフローチャートの実行によってバッファリングされたコモンレール圧力のデータから、噴射遅れ時間を算出するためのフローチャートである。

【図7】コモンレール式燃料噴射システムを示す概略図である。

【符号の説明】

1 インジェクタ
10 2 コモンレール
8 燃料ポンプ
12 コントローラ
13 圧力センサ

N_e エンジン回転数
A_{c c} アクセル操作量

n 気筒番号

P_f コモンレール圧力

T_o 噴射指令信号の出力時期

T₁ 燃料噴射時期

20 T₂ 圧力降下開始時期

T₃ 極小値をとる時点

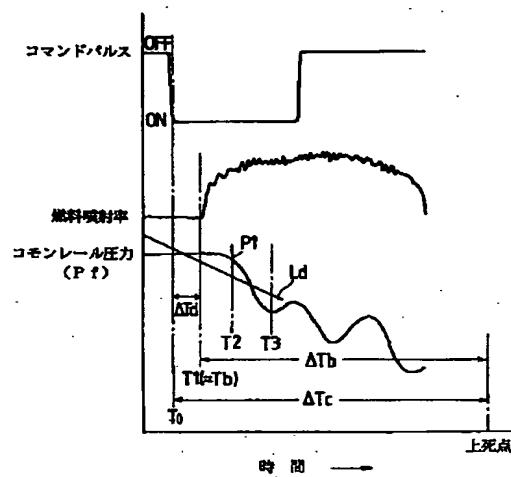
T_b 基本目標噴射時期

ΔT_d 噴射遅れ時間

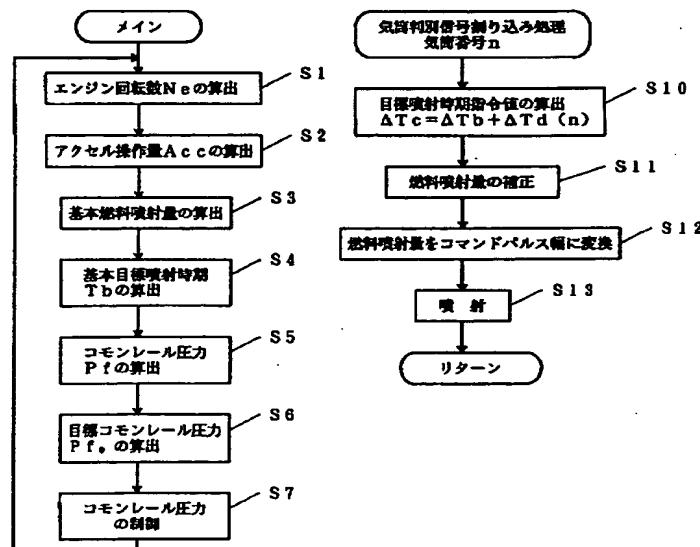
ΔT_c 噴射時期指令値

ΔT_b 目標噴射時期指令値

【図1】

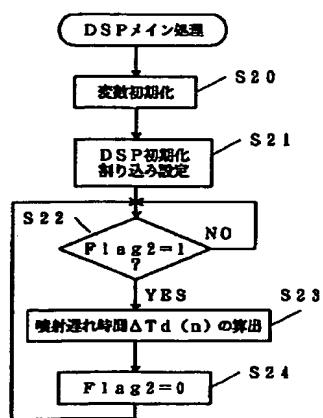


【図2】

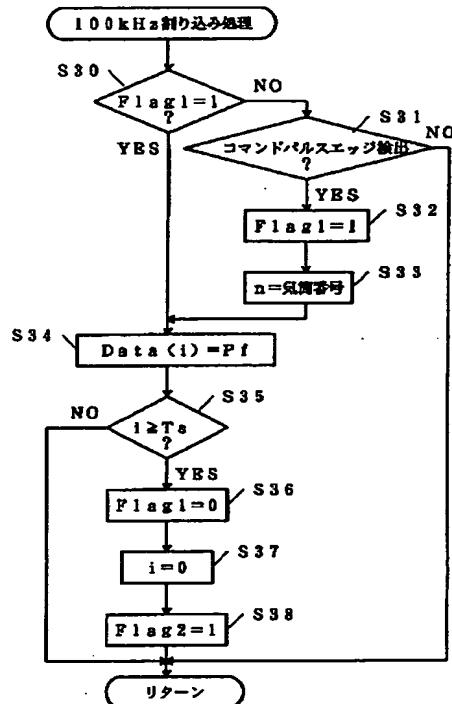


【図3】

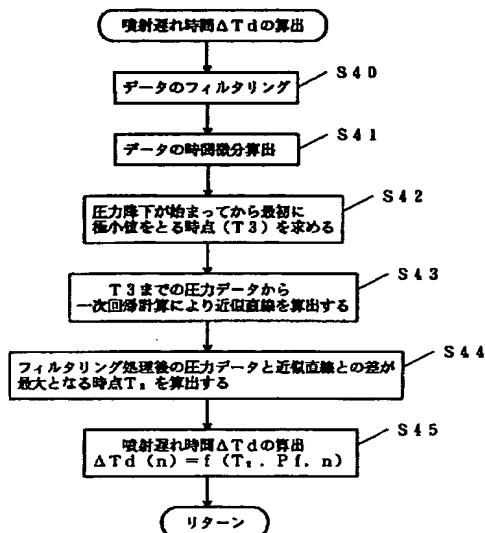
【図4】



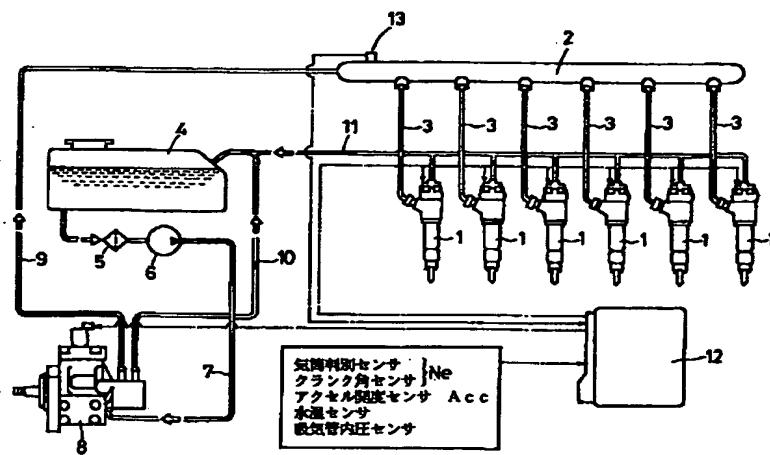
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3G084 AA01 BA14 BA15 DA10 DA20
 DA22 DA23 DA39 EA01 EA05
 EA11 EB11 EB24 EB25 EC02
 EC03 FA00 FA10 FA17 FA33
 FA39
 3G301 HA02 JA05 JA09 JA12 JA15
 JA21 JA37 MA18 NA01 NA08
 NB07 NB15 NC02 NC08 ND01
 PB05A PB08A PB08Z PE01Z
 PE05Z PF03Z